



① BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 199 37 447 A 1

⑥ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
B 23 B 31/103  
B 23 B 19/02

② Aktenzeichen: 199 37 447.3  
② Anmeldetag: 7. 8. 1999  
④ Offenlegungstag: 8. 2. 2001

DE 199 37 447 A 1

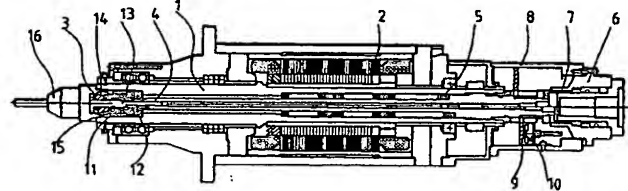
⑦ Anmelder:  
Hüller Hille GmbH, 71636 Ludwigsburg, DE  
⑧ Vertreter:  
Dahlkamp, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 45128 Essen

⑦ Erfinder:  
Horn, Wolfgang, 74385 Pleidelsheim, DE; Späth,  
Günther, 70806 Kornwestheim, DE; Stengele,  
Gerald, 71735 Eberdingen, DE; Reibetanz, Thomas,  
71711 Murr, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤ Werkzeugspanner für eine Bearbeitungsspindel

⑤ Die Erfindung betrifft einen Werkzeugspanner für eine rotierend antreibbare, hohle Bearbeitungsspindel (1), die in einem Gehäuse (8) gelagert ist und in der eine mit der Bearbeitungsspindel (1) rotierende, axial verschiebbliche Zugstange (4) zum Spannen bzw. Lösen des Werkzeugspanners angeordnet ist, wobei zumindest ein berührungslos arbeitender Sensor zum Erfassen der Stellungen des Werkzeugspanners vorgesehen ist. Zur besseren Kontrolle der Werkzeugeinspannung ist ein den Verschiebeweg der Zugstange stufenlos oder im wesentlichen stufenlos erfassender Sensor (10) vorgesehen.



DE 199 37 447 A 1

Die Erfindung betrifft einen Werkzeugspanner für eine rotierend antreibbare, hohle Bearbeitungsspindel, die in einem Gehäuse gelagert ist und in der eine mit der Bearbeitungsspindel rotierende, axial verschiebbliche Zugstange zum Spannen bzw. Lösen des Werkzeugspanners angeordnet ist, wobei zumindest ein gehäusefest angeordneter und berührungslos arbeitender Sensor zum Erfassen der Stellungen des Werkzeugspanners vorgesehen ist.

Bearbeitungsspindeln von Werkzeugmaschinen oder Bearbeitungszentren sind üblicherweise mit einem automatischen Werkzeugspanner ausgerüstet. Die Spannkraft wird entweder über ein hydromechanisches System oder über eine Federsäule erzeugt. Da an die Genauigkeit und an die Sicherheit zunehmend höhere Anforderungen gestellt werden, ist es erforderlich, die Werkzeugspannung genau zu überwachen.

In bekannten Bearbeitungsspindeln können hydromechanische Werkzeugspannsysteme meist nur indirekt über Volumenströme überwacht werden. Bei Spannsystemen mit Federsäulen (DE 195 38 762) werden einzelne Stellungen des Spannsystems (z. B. gespannt, gelöst) über berührungslose Näherungsschalter überwacht. Je nach Anzahl der Abfragen werden zwei oder mehr Näherungsschalter eingebaut. Die Näherungsschalter haben systembedingt eine Schaltgenauigkeit von ca. 0,5 mm. Damit läßt sich der Spannzustand des Werkzeugs (gespannt, gelöst, gespannt ohne Werkzeug, Zugstange gebrochen, usw.) nur relativ grob überwachen. Um mit den Näherungsschaltern keine Fehlsignale zu erhalten, müssen diese mit genügender Schaltsicherheit eingebaut werden. Wenn die Bearbeitungsspindel in die Werkzeugmaschine eingebaut ist, können die Näherungsschalter in den meisten Fällen nicht mehr nachjustiert werden.

Eine Prüfung, ob das Werkzeug sauber an der Planfläche der Bearbeitungsspindel anliegt, oder ob möglicherweise ein Span eingeklemmt wurde (Anlagekontrolle), kann mit diesem System jedoch nicht erfolgen. Ein eingeklemmter Span kann eine fehlerhafte Bearbeitung und/oder eine unzulässige Unwucht der Bearbeitungsspindel zur Folge haben. Da sich durch eine Anlagekontrolle die Prozeßsicherheit deutlich verbessern läßt, wird das System bei manchen Bearbeitungsspindeln durch eine pneumatische Anlagekontrolle ergänzt. Mit dieser kann beispielsweise festgestellt werden, ob ein Span von ca. 0,05 mm oder größer zwischen der Bearbeitungsspindel und dem Werkzeug eingeklemmt wurde. Die Durchführung der pneumatischen Anlagekontrolle erfordert jedoch Zeit (bis zu 1 Sekunde), weil eine Luftleckage zwischen Bearbeitungsspindel und Werkzeug detektiert werden muß. Ein entscheidendes Leistungsmerkmal für Werkzeugmaschinen und Bearbeitungszentren ist jedoch eine kurze Werkzeug-Wechselzeit, die durch eine pneumatische Anlagekontrolle deutlich erhöht wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Kontrolle der Werkzeugspannung zu verbessern.

Diese Aufgabe wird gelöst mit einem den Verschiebeweg der Zugstange stufenlos oder im wesentlichen stufenlos erfassenden Sensor. Insbesondere kann die Zugstange an einen über die Bearbeitungsspindel hinausragenden Abschnitt eine sich in radialer Richtung erstreckende Meßfläche tragen, neben der der Sensor angeordnet ist. Der Abstand des Sensors von der Meßfläche sollte bei gelöstem Werkzeugspanner größer sein als der axiale Verschiebeweg der Zugstange. Vorzugsweise ist die Meßfläche von einer auf der Zugstange befestigten Meßscheibe gebildet.

Der Sensor kann vorzugsweise ein Wirbelstrom-Sensor sein. Ein Wirbelstrom-Sensor besitzt eine in einem Sensor-

gehäuse eingegossene Spule, die von hochfrequentem Wechselstrom durchflossen wird. Das elektromagnetische Spulenfeld induziert im leitfähigen Meßobjekt, hier die Meßscheibe, Wirbelströme. Dadurch ändert sich der Wechselstromwiderstand der Spule. Diese Impedanzänderung bewirkt ein lineares, elektrisches Signal, das dem Abstand des Meßobjekts zum Sensor proportional ist. Das Meßobjekt, hier die Meßscheibe, kann sowohl ferromagnetische als auch nichtferromagnetische Eigenschaften aufweisen.

Andere mögliche Sensoren basieren auf induktiven Meßverfahren (z. B. Inductosyn, induktiver Näherungsschalter mit analogem Ausgang), magnetischen Meßverfahren (z. B. Maßstab mit Magnetband), optische Meßverfahren (z. B. Glasmaßstab, Laser-Interferometer, Triangulation, Laufzeitmessung), oder Ultraschall-Meßverfahren (z. B. Laufzeitmessung). Einige mögliche Sensoren sind in den Patentansprüchen 6 bis 9 genannt.

Mit der beschriebenen Anordnung gelingt es, den axialen Verstellweg der Zugstange mit einer Genauigkeit von ca. 0,1 mm über den gesamten Verschiebeweg im wesentlichen stufenlos zu messen. Durch externe Auswertung des vom Sensor gelieferten Signals können dabei die Zustände "Werkzeug ausgestoßen", "Werkzeug gespannt", "kein Werkzeug" ohne weiteres erkannt werden. Zusätzlich können Fehlspannungen erkannt werden, so daß eine zusätzliche Anlagekontrolle entfallen kann. Auch die Abnutzung bzw. ein Bruch von Teilen des Werkzeugspanners sowie ein Bruch der Zugstange können erkannt werden. Selbst Maßfehler an der Werkzeugschnittstelle (z. B. HSK) werden erkannt. Eine Anlagekontrolle erfolgt ohne nennenswerten Zeitverlust, so daß sich die Werkzeugwechselzeiten verkürzen. Im übrigen können die einzelnen Funktionen im Rahmen der externen Auswertung ohne Demontage der Spindel nachjustiert werden. Der berührungslos arbeitende Sensor unterliegt keinem Verschleiß, er arbeitet auch mit einer rotierenden Meßscheibe zuverlässig.

Im folgenden wird ein in der Zeichnung dargestelltes Ausführungsbeispiel der Erfindung auf der Basis eines Wirbelstromsensors erläutert; es zeigen:

Fig. 1 schematisch einen Axialschnitt durch eine Bearbeitungsspindel einer Werkzeugmaschine,

Fig. 2 den im linken Teil der Fig. 1 dargestellten Werkzeugspanner in vergrößertem Maßstab,

Fig. 3 das im rechten Teil der Fig. 1 dargestellte Meßsystem in vergrößertem Maßstab.

Bei allen Figuren ist im oberen Teil der Werkzeugspanner im gelösten Zustand und im unteren Teil im gespannten Zustand wiedergegeben.

Eine in einem Gehäuse 8 untergebrachte hohle Bearbeitungsspindel 1 wird von einem Motor 2 angetrieben. In das in der Figur linke, vordere Ende der Bearbeitungsspindel 1 ist ein Werkzeugspanner eingebaut, zu dem ein Zugbolzen 3 gehört, der mit einer Zugstange 4 verbunden ist, die sich durch die hohle Bearbeitungsspindel 1 erstreckt. Die Zugstange 4 wird in Spannrichtung durch ein Federpaket 5 betätigt, welches einerseits an der Bearbeitungsspindel 1 und andererseits an der Zugstange 4 abgestützt ist. Hinter dem anderen, in der Figur rechten Ende der Bearbeitungsspindel 1 ist eine Löseeinheit 6 angeordnet, zu der ein Lösekolben 7 gehört, welcher zum Lösen des Werkzeugspanners auf das über die Bearbeitungsspindel 1 vorstehende Ende der Zugstange 4 einwirkt und diesen gegen die Wirkung des Federpaketes 5 nach links verschiebt. Die Löseeinheit 6 stützt sich am Gehäuse 8 der Bearbeitungsspindel 1 ab. Auf dem über die Bearbeitungsspindel 1 hinausragenden Ende der Zugstange 4 ist eine Meßscheibe 9 befestigt, die sich in radialer Richtung erstreckt. Neben der Meßscheibe 9 ist am Gehäuse 8 ein Wirbelstrom-Sensor 10 befestigt, dessen Signal extern

ausgewertet wird. Damit ist es möglich, die jeweilige Position der Zugstange relativ zum Gehäuse und damit relativ zur Bearbeitungsspindel 1 mit einer Genauigkeit von ca. 0,1 mm zu erfassen.

Zum Werkzeugspanner gehört eine aus Segmenten 11 bestehende Spannzange, die den Zugbolzen 3 umschließt. Die Segmente 11 der Spannzange sind über eine mit der Bearbeitungsspindel 1 verbundene Konturhülse 12 und einen Federring 13 in der Bearbeitungsspindel 1 gelagert. Wird der Zugbolzen mit der Zugstange durch das Federpaket 5 nach rechts gezogen, kippen die Segmente 11 der Spannzange, die an einer Spannschräge 14 des Zugbolzens 3 anliegen, radial nach außen. Die Segmente 11 drücken auf eine Spannfläche 15 eines Werkzeughalters 16 und ziehen diesen in die Bearbeitungsspindel 1 ein. Durch die Spannschräge 14 des Zugbolzens 3 und den Winkel der Spannfläche 15 ergibt sich bei der dargestellten Ausführung beispielsweise ein Verhältnis von ca. 1 : 6 zwischen dem Einzug des Werkzeughalters 16 und dem Weg der Zugstange 4. Ein Spannfehler des Werkzeughalters 16 wird dadurch um einen Faktor 6 verstärkt. Bei einer Auflösungsgenauigkeit des Wirbelstrom-Sensors 10 von 0,1 mm kann damit ein Fehler von ca. 0,017 mm in der Werkzeugeinspannung erkannt werden.

Beim Betätigen des Lösekolbens 7 wird die Zugstange 3 und damit der Zugbolzen 4 gegen die Wirkung des Federpaketes 5 wieder nach links verschoben, so daß die Segmente 11 der Spannzange wieder in Richtung auf den Zugbolzen 3 kippen und den Werkzeughalter 16 freigeben. Gleichzeitig drückt der Zugbolzen 3 von innen auf den Werkzeughalter 16 und stößt diesen um ca. 0,3 mm aus der Bearbeitungsspindel 1 aus. Auch der Ausstoßweg von 0,3 mm kann durch den Wirbelstrom-Sensor 10 überwacht werden.

eine sich in radialer Richtung erstreckende Meßfläche (9) trägt, und daß neben der Meßfläche der Sensor (10) angeordnet ist.

3. Werkzeugspanner nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand des Sensors (10) von der Meßfläche bei gelöstem Werkzeugspanner größer ist als der axiale Verschiebeweg der Zugstange (4).

4. Werkzeugspanner nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßfläche von einer auf der Zugstange (4) befestigten Meßscheibe (9) gebildet ist.

5. Werkzeugspanner nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch einen Wirbelstrom-Sensor.

6. Werkzeugspanner nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch einen induktiv arbeitenden Sensor.

7. Werkzeugspanner nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch einen magnetisch arbeitenden Sensor.

8. Werkzeugspanner nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch einen optisch arbeitenden Sensor.

9. Werkzeugspanner nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch einen akustisch arbeitenden Sensor.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

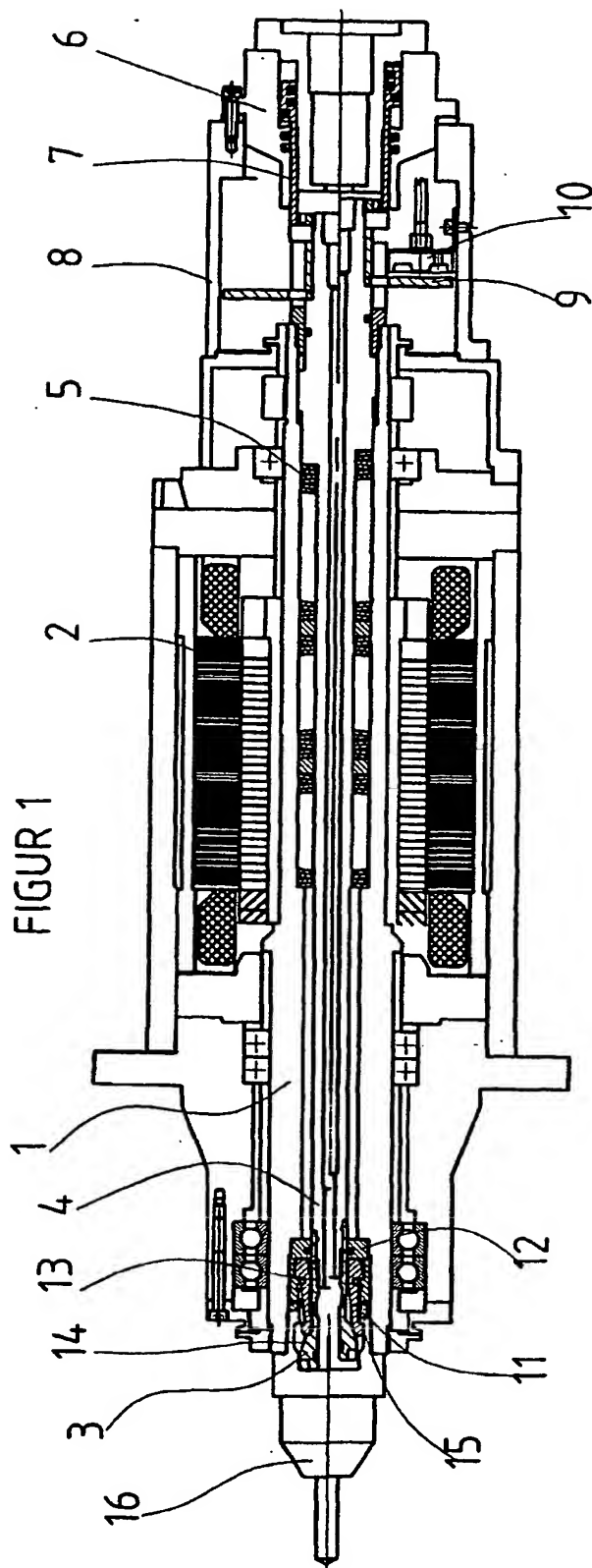
#### Bezugszeichenliste

1 Bearbeitungsspindel	35
2 Motor	
3 Zugbolzen	
4 Zugstange	
5 Federpaket	40
6 Löseeinheit	
7 Lösekolben	
8 Gehäuse	
9 Meßscheibe	
10 Wirbelstrom-Sensor	45
11 Segment	
12 Konturhülse	
13 Federring	
14 Spannschräge	
15 Spannfläche	50
16 Werkzeug	

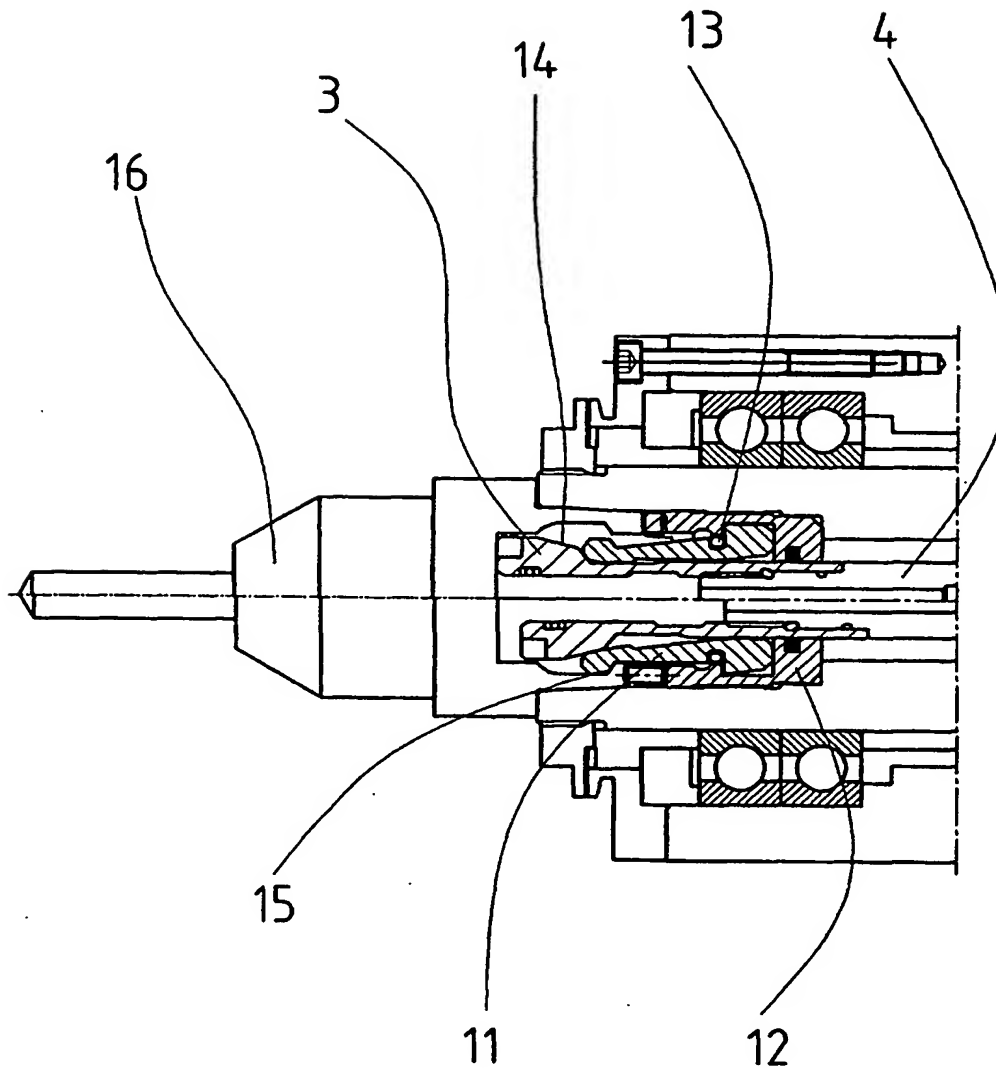
#### Patentansprüche

1. Werkzeugspanner für eine rotierend antreibbare, hohle Bearbeitungsspindel, die in einem Gehäuse gelagert ist und in der eine mit der Bearbeitungsspindel rotierende, axial verschiebbliche Zugstange zum Spannen bzw. Lösen des Werkzeugspanners angeordnet ist, wobei zumindest ein gehäusefest angeordneter und berührungslos arbeitender Sensor zum Erfassen der Stellungen des Werkzeugspanners vorgesehen ist, **gekennzeichnet durch einen den Verschiebeweg der Zugstange stufenlos oder im wesentlichen stufenlos erfassenden Sensor (10).**

2. Werkzeugspanner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zugstange (4) an einem über die Bearbeitungsspindel (1) hinausragenden Abschnitt



FIGUR 2



FIGUR 3

